

O CRESCIMENTO DAS DESIGUALDADES TECNOLÓGICAS NA AGRICULTURA MINEIRA

Leandro Frederico Ferraz Meyer¹

Marcelo José Braga²

RESUMO - Este artigo objetiva analisar o padrão de difusão tecnológica associado ao processo de modernização da agricultura mineira. Para tanto, e tomando como unidades de observação as 46 microrregiões homogêneas (MRHs) do estado, empregaram-se técnicas de análise fatorial e análise de agrupamentos (cluster), a fim de extrair os fatores que explicam a modernização da agricultura mineira e formar grupos de MRHs semelhantes nesses fatores. Mediante a análise seqüencial dos agrupamentos formados em cada ano do estudo (1970, 1975, 1980 e 1985), foi possível descrever a dinâmica da modernização da agricultura mineira, em termos espaciais. Os resultados mostraram que grande parte do estado ficou à margem do processo de mudança da base técnica de produção agrícola. O teste da hipótese de que esse resultado teria implicado aumento das desigualdades regionais foi feito mediante análise de convergência dos fatores de modernização, em que se verificou o crescimento das desigualdades tecnológicas na agricultura do estado de Minas Gerais, no período 1970-1985.

Palavras-chaves: Desenvolvimento agrícola, Minas Gerais, análise de agrupamentos.

¹ Mestre em Economia Rural, titulado pelo Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000, Viçosa-MG.

² Professor e Doutorando em Economia Rural, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000, Viçosa-MG. E_mail: mjbraga@mail.ufv.br.

INTRODUÇÃO

O modo como se processa a difusão tecnológica na agricultura está relacionado com a adaptação das novas técnicas agrícolas à diversidade das condições sócio-econômicas e ambientais. Conforme Hayami e Ruttan (1988, p. 5), “para obter sucesso e alcançar o crescimento rápido na produtividade agrícola, é necessária uma capacidade de gerar tecnologias agrícolas adaptadas ecológica e economicamente a cada país ou região”.

A inadequação tecnológica à disponibilidade dos fatores de produção, além de representar ineficiência na alocação dos recursos, tem implicações negativas no conflito distributivo. De outro lado, a sua inadaptação às condições ecológicas resulta em impactos adversos no meio ambiente, comprometendo a produção e a produtividade futuras.

O processo de modernização da agricultura nos países em desenvolvimento sofreu influência da disponibilidade do “pacote” tecnológico desenvolvido no âmbito da “revolução verde”, o qual não guardava relação necessária com a disponibilidade relativa de fatores, nem com as condições ambientais encontradas nesses países. Ademais, no caso brasileiro, a mudança da base técnica da produção agrícola, que ganhou impulso a partir de meados da década de 60, esteve inserida no projeto de industrialização acelerada, no contexto da política de substituição de importações.

A demanda por mudanças técnicas, que direcionou a produção de inovações pelo sistema de pesquisa agropecuária nacional, visava antes potencializar a exploração agrícola das áreas mais adequadas ao emprego da mecanização e insumos químicos, do que obter uma tecnologia adequada à exploração sustentável das áreas com características econômicas e ecológicas diferenciadas.

Como resultado desses processos, criou-se relativa rigidez da tecnologia incorporada aos sistemas de produção agrícolas que, até certo ponto, pode ser inferida a partir da investigação do seu padrão de difusão espacial. Como observa Müller (1989), não seriam as diferenças regionais que explicariam as diversas dinâmicas da agricultura, mas sim a dinâmica da modernização - sua determinação geral - que explicaria a sua penetração parcial e seletiva entre as regiões.

Nesse contexto, este artigo objetiva analisar o padrão de difusão

tecnológica espacial associado ao processo de modernização da agricultura mineira. Escolheu-se esse estado para a pesquisa em razão da importância da sua agropecuária³, bem como dos programas federais e estaduais de incentivo à modernização da agricultura desenvolvidos nessa região.

Este artigo está dividido em três outras seções, além desta introdução. A segunda seção compõe-se de três partes. Na primeira, apresentam-se os modelos teóricos que ajudam a compreender o processo de difusão tecnológica na agricultura. Na segunda, apresentam-se as linhas gerais do modelo estatístico empregado para definir as dimensões da modernização e reunir as MRHs em grupos mais semelhantes. Na terceira, apresentam-se as variáveis e as fontes de dados empregadas no estudo. Os resultados das análises, que permitiram verificar o crescimento das diferenças tecnológicas aplicadas à agricultura, quando se consideram todas as MRHs do estado, são discutidos na terceira seção. Finalmente, na quarta seção conclui-se o artigo com uma interpretação do significado dessa penetração parcial e seletiva da modernização da agricultura, entre as regiões do estado de Minas Gerais.

METODOLOGIA

Modelo teórico

No que se refere às principais contribuições teóricas sobre desenvolvimento agrícola, Hayami e Ruttan (1988) distinguem seis tipos gerais de abordagem: (1) modelos de exploração de recursos; (2) de conservação; (3) de localização; (4) de difusão; (5) de insumos modernos; (6) de inovação induzida.

Tendo em vista os objetivos propostos, a seguir discutem-se apenas os modelos de localização e de inovação induzida mais relacionados com o aspecto espacial da difusão tecnológica na agricultura. Acrescenta-se, a esses, o modelo dialético de inovações tecnológicas e institucionais,

³ Conforme dados da Fundação João Pinheiro, o setor agrícola participou com 10,72% do PIB estadual, em 1995 (Fundação João Pinheiro, 1996).

proposto por De Janvry (1977), a fim de considerar, explicitamente, a ação dos grupos de interesses no direcionamento da mudança técnica e acrescentar algumas observações críticas à formulação original do modelo de inovações induzidas.

Modelo de localização ou de impacto urbano-industrial

O modelo de localização desenvolveu-se a partir dos trabalhos de von Thünen, que procurou verificar, mediante generalização da teoria ricardiana da renda da terra, como o processo de urbanização interfere na localização da produção agrícola e influencia as técnicas e a intensidade de exploração do solo (Hayami e Ruttan, 1988). Conforme esses autores, a tese de von Thünen despertou atenção tanto de historiadores quanto de economistas, nos Estados Unidos. Os primeiros basearam-se modelo daquele autor para explorar a dinâmica da expansão agrícola comercial durante o século XIX, investigando a influência da mudança nos custos de transporte na produção e na distribuição de produtos, enquanto os economistas agrícolas se voltaram para o estudo do impacto das taxas de crescimento urbano-industrial nas diferenças de produtividade e de renda entre áreas geográficas.

As implicações do modelo de localização no desenvolvimento agrícola moderno foram formuladas por Schultz (1953). Para ele, o desenvolvimento econômico ocorre em matrizes de localização específicas, sendo estas de composição primariamente urbano-industrial. A organização econômica existente funcionaria melhor no centro, ou perto do centro, de uma matriz particular de desenvolvimento econômico. O mercado de fatores e produtos funcionaria mais eficientemente em áreas de desenvolvimento urbano industrial rápido, do que em áreas urbanas ainda não industrializadas.

Schultz preocupava-se, particularmente, com o desenvolvimento de uma explicação para o fracasso da produção agrícola e da política de preços em eliminar as disparidades regionais observadas em relação aos níveis de desenvolvimento da agricultura americana. Esse autor destacou as imperfeições estruturais dos mercados de capital e trabalho e acentuou o papel do setor urbano-industrial como fonte de insumos novos e mais produtivos. Assim, o desenvolvimento agrícola seria favorecido

pela sua localização em relação ao centro dinâmico, pela maior proximidade das empresas produtoras de insumos para a agricultura e processadoras de produtos agrícolas, bem como pelos efeitos sobre os salários no meio rural.

Num estudo sobre as transformações da agricultura brasileira, Nicholls (1969) indica que, depois de 1940, havia indicações claras de que o desenvolvimento urbano-industrial em São Paulo era suficientemente grande e dinâmico para começar a exercer um impacto independente na produtividade da mão-de-obra na agricultura paulista, mediante a substituição do trabalho pelo capital. Katzman (1975), por sua vez, investigou a implicação do modelo de Schultz para explicar a disparidade de renda agrícola entre regiões do estado de Goiás. Seus resultados indicam que a maior proximidade dos mercados de produtos e fatores está associada a preços de produtos, valores de terras e taxas de utilização de terras mais elevados, bem como ao maior valor dos investimentos em máquinas por unidade de área e por homem.

Modelo de inovação induzida

A principal contribuição oferecida pelo modelo de localização foi considerar, explicitamente, os efeitos do desenvolvimento dos setores não-agrícolas no processo de desenvolvimento agrícola. Antes dele, as diferenças, segundo a localização na agricultura, eram relacionadas principalmente com as variações dos fatores ambientais. A formalização desse relacionamento entre o desenvolvimento rural e urbano alimentou a elaboração do modelo de insumos modernos, cuja formulação mais representativa é encontrada na obra de Schultz (1965). Não obstante, o modelo de insumos modernos permaneceu confinado aos bens e serviços comercializados no mercado, deixando de explicar o mecanismo pelo qual as condições econômicas induzem ao desenvolvimento e à adaptação de um conjunto de tecnologias eficientes para uma condição particular. Também não procura especificar o processo pelo qual relações de preços entre fatores e produtos induzem a investimentos na pesquisa em determinada direção (Hayami e Ruttan, 1988).

A tentativa de incluir as formas pelas quais as alterações do sistema econômico afetam os processos de mudança técnica e institucional foi

elaborada pelos modelos de inovação induzida, cuja aplicação ao caso do desenvolvimento agrícola foi formulada por Hayami e Ruttan (1988).⁴ A abordagem desses autores é uma extensão da teoria dos preços, que procura explicar o processo dinâmico de desenvolvimento agrícola, incorporando o mecanismo pelo qual as mudanças, tanto da demanda por produtos como nas dotações dos fatores, interagem para influenciar a taxa e a direção da mudança tecnológica.

Nesse sentido, esses autores levantam a hipótese de que a mudança técnica é dirigida, ao longo de uma trajetória eficiente, por sinais de preços de mercado, desde que estes reflitam, eficientemente, mudanças na demanda e na oferta de produtos e fatores, e que haja interação efetiva dos produtores rurais, instituições públicas de pesquisa e empresas agrícolas. Sob essas condições, e condicionada pela sensibilidade de cientistas e administradores, a pressão dos produtores sobre as instituições de pesquisa e firmas produtoras de insumos agrícolas orientaria o progresso técnico na direção socialmente ótima.

O modelo assume que distorções na alocação dos recursos possam ocorrer, em razão das desigualdades na distribuição da propriedade dos recursos econômicos e no poder político das diferentes classes sociais, e admite que a geração de tecnologia e as mudanças institucionais podem responder aos interesses do grupo dominante, atuando no sentido de reforçar as desigualdades existentes, em prejuízo dos interesses mais amplos.

Conforme salientado na introdução, a relação do processo de geração de tecnologia e a análise do padrão de difusão espacial do progresso técnico derivam da necessidade de adaptação das novas técnicas agrícolas à diversidade das condições sócio-econômicas e ambientais. Nesse

⁴ As teorias de inovação induzida desenvolveram-se, principalmente, dentro do referencial da teoria da firma. Os trabalhos de Fellner (1961, 1962, 1967), Kennedy (1964, 1966, 1967), Samuelson (1966a, 1966b) e Ahmad (1966, 1967) destacam-se entre as do grupo que enfatizava o caráter não-neutro do progresso técnico induzido por mudanças na escassez relativa de recursos, enquanto Griliches (1957) e Schimookler (1962, 1966) focalizaram a influência do crescimento da demanda por produtos na velocidade da mudança técnica. Finalmente, Binswanger (1974) conseguiu incorporar num modelo único de mudança técnica induzida tanto o efeito da dotação relativa de fatores quanto o efeito da demanda por produtos sobre a taxa de mudança tecnológica.

sentido, o “pacote” tecnológico da “revolução verde” encontra dificuldades de penetração naquelas áreas cuja topografia, qualidade do solo, estrutura agrária e acesso ao crédito, por exemplo, representam dificuldades para o emprego de fertilizantes, irrigação e mecanização.

Por outro lado, o modelo de inovação induzida pressupõe, como visto, que o funcionamento das forças de mercado seja livre de distorções. Como se sabe, porém, a política de modernização da agricultura brasileira, durante a década de setenta, foi marcada pela forte ação do Estado, que interferia nos mercados de produtos e fatores de forma discricionária, com o objetivo de favorecer a industrialização. Embora neste artigo não se proponha uma discussão sistemática dos determinantes políticos da política agrícola⁵, o arcabouço teórico que sustenta as análises subseqüentes demanda uma rápida exposição de um modelo capaz de internalizar a ação dos grupos de interesses na explicação dos processos de inovação técnica e institucional.

Modelo dialético de inovações tecnológicas e institucionais

Conforme De Janvry (1977), o modelo de Hayami e Ruttan é linear e expressa uma relação de causalidade unidirecional, em que as inovações tecnológicas determinam as inovações institucionais, no sentido de potencializar as vantagens das novas oportunidades técnicas sob condições favoráveis de mercado.

Com relação à demanda, os autores supõem que: “... deslocamentos na demanda por inovação institucional são induzidos através de mudanças na disponibilidade relativa de recursos através da mudança técnica” (Hayami e Ruttan, 1988, p. 108), e, com relação à oferta: “os retornos esperados pelos empresários ou líderes políticos, gerados pelas mudanças institucionais que facilitam a exploração de novas oportunidades técnicas, são um dos maiores incentivos para a mudança institucional” (Hayami e Ruttan, 1988, p. 6). Portanto, o quadro institucional teria papel passivo, podendo, no máximo, bloquear ou

⁵ Uma referência nesse sentido é o trabalho de Lamounier e Almeida (1994).

desviar a direção das mudanças induzidas pela disponibilidade relativa dos fatores, a fim de atender aos interesses dos grupos dominantes.

A dimensão dialética aparece apenas quando se pode explicar também a forma como as instituições agem para afetar a orientação da mudança tecnológica. Isso é feito no modelo de De Janvry, ao tratar o quadro institucional como uma representação “da forma como as pessoas interagem umas com as outras nas suas respectivas funções no processo produtivo.”⁶ (De Janvry, 1977, p. 551). Para esse autor, a estrutura econômica de um sistema social é caracterizada, essencialmente, pelo nível de desenvolvimento da capacidade de produção e pelo quadro institucional, tal como descrito acima. A capacidade de produção, por sua vez, seria determinada pelos estoques quantitativos e qualitativos de recursos produtivos.

Admitindo-se a importância fundamental dos atributos qualitativos, na forma de tecnologias e habilidades, para determinação do produto e da produtividade, esse autor assume que a taxa e a direção do crescimento desses recursos sejam os maiores determinantes do crescimento do produto e das mudanças nos níveis e na distribuição de renda. Como resultado, verificar-se-ia que quem controla a produção de novas tecnologias e habilidades determina, em grande medida, o ritmo e a natureza do desenvolvimento econômico.

Em última instância, seria então a estrutura social que condicionaria a taxa e a direção das inovações nas tecnologias e habilidades. Por outro lado, tais inovações seriam poderosos determinantes de mudanças na estrutura social. Sendo assim, as mudanças tecnológicas (tecnologias e habilidades) e institucionais estariam inter-relacionadas, e a discussão acerca de qual delas induz à mudança primeiro seria uma questão do tipo ovo-galinha, para a qual apenas o estudo histórico poderia trazer resposta (De Janvry, 1977).

No modelo desenvolvido pelo autor, ganham importância decisiva, dentre as instituições, aquelas capazes de especificar os direitos de propriedade e aquelas que definem as funções e o escopo das ações do Estado. Tendo em vista, por outro lado, que o setor público tem sido

⁶“the way which people relate to one another in their respective functions in the production process.” (De Janvry, 1977, p. 551).

o maior responsável pelas inovações tecnológicas voltadas para a agricultura, o modelo trata as inovações tecnológicas e institucionais no contexto de um modelo geral de oferta e demanda por bens públicos.

A noção central é a matriz de ganhos (“payoff matrix”), a qual identifica os ganhos, ou perdas, econômicos líquidos que são esperadas por dado conjunto de grupos de interesse na sociedade, como resultado da oferta de um conjunto específico de bens públicos (inovações tecnológicas e institucionais). Assim, a oferta e demanda por bens públicos é centrada na matriz de ganhos, condicionada pela estrutura socioeconômica, de um lado, e pela estrutura político-burocrática, de outro.

O poder relativo de um grupo social sobre a estrutura político-administrativa determinaria se a demanda desse grupo, por um bem público particular, será ou não atendida. No caso da demanda de um novo desenvolvimento tecnológico, essa pressão induziria à alocação de recursos humanos e financeiros para uma linha de pesquisa específica.

Também a forma de organização do sistema nacional de pesquisa condicionaria o caminho pelo qual ele responde, tanto em termos de intensidade como de orientação, às demandas que são solicitadas. Do mesmo modo, essa organização influenciaria a formação de expectativas por parte dos grupos sociais, por meio de uma interação dialética de instituição e grupos, mediada pelos ganhos gerados pelo atendimento de demandas específicas pela geração de novas expectativas e demandas.

No caso de tecnologias agrícolas, os ganhos seriam determinados por: (1) impactos físicos da inovação, em termos de efeitos sobre produção, economia e substituição de recursos; (2) efeitos distributivos, condicionados pela natureza da inovação e pela posição particular dos diferentes grupos sociais na estrutura socioeconômica (fatores determinantes, nesse caso, seriam o sistema de posse da terra e o grau de acesso que cada grupo tem às instituições de crédito, informações e mercado); e (3) efeitos sobre os termos de troca, como determinantes do valor econômico dos efeitos físicos e distributivos.

Assim entendida a interdependência desses três efeitos, ter-se-ia que eles, em conjunto, determinam a entrada da matriz de ganhos como produto das interações da oferta de uma nova tecnologia específica e a estrutura sócio-econômica (De Janvry, 1977). A matriz de ganhos representaria o material básico da dinâmica da indução e distribuição

das inovações tecnológicas e a estimação do significado econômico e social de determinada tecnologia envolveria a agregação das matrizes de ganhos dos diversos grupos sociais para obter seu efeito líquido.

Modelo estatístico

O modelo estatístico empregado neste estudo é constituído de técnicas de análise multivariada - Análise Fatorial seguida por Análise de Cluster. A Análise Fatorial permite extrair os fatores que explicam a mudança na base técnica da agricultura mineira. Por meio da análise de Cluster, as microrregiões homogêneas do estado são agrupadas conforme o grau de similaridade dos fatores de modernização.

a) A análise fatorial

As etapas da análise fatorial podem ser resumidas em: (1) determinação da matriz de correlações entre todas as variáveis⁷; (2) extração dos fatores necessários para representar os dados; (3) transformação (rotação) dos fatores, de modo a torná-los mais interpretáveis; e (4) determinação dos escores fatoriais. A análise fatorial também pode ser empregada a partir da matriz de variância e covariância. Explicações mais detalhadas sobre a análise fatorial podem ser encontradas em Kim e Mueller (1978), Schilderincx (1978) e Manly (1986).

A primeira etapa fornece as indicações para se verificar a adequação da amostra ao procedimento estatístico. Variáveis pouco relacionadas com as demais tenderão a apresentar baixa proporção da variância “explicada” pelos fatores comuns. A segunda etapa envolve a determinação do número de fatores necessários para representar o conjunto de dados e o método de cálculo para sua obtenção. No presente

⁷A análise fatorial também pode ser empregada a partir da matriz de variância e covariância. Explicações mais detalhadas sobre a análise fatorial podem ser encontradas em Kim e Mueller (1978), Schilderincx (1978) e Manly (1986) [capítulo 8].

caso, em que se utilizou o método dos componentes principais, o primeiro componente, ou fator, é a combinação linear que corresponde à maior proporção da variância presente na amostra. O segundo componente corresponde à próxima combinação que maximiza a proporção “explicada” da variância restante, sujeito à restrição de ser não correlacionado (ortogonal) com o primeiro componente. Os sucessivos componentes são extraídos, obedecendo-se o mesmo princípio e de forma a serem não correlacionados uns com os outros.

Formalmente, o relacionamento entre uma variável genérica e os fatores é dado por:

$$X_i = A_{i1} F_1 + A_{i2} F_2 + \dots + A_{ik} F_k + U_i \quad (1)$$

em que os F 's são os fatores comuns, desde que todas as variáveis sejam expressas em função deles; U_i é o fator único, que representa a parte não “explicada” pelos fatores comuns; e os A 's são constantes usadas para combinar os k fatores, ou cargas fatoriais.

A soma do quadrado das cargas fatoriais resulta na proporção da variância total, de cada variável, que é “explicada” pelos fatores comuns, a qual se denomina comunalidade.

A terceira etapa, rotação dos eixos (componentes) principais, objetiva encontrar uma estrutura simples de associação entre os fatores e as variáveis. Esse procedimento deriva do fato de que a solução da análise fatorial é inerentemente indeterminada, existindo tantas soluções quantas forem as possibilidades de rotacionar os eixos, mantendo constante ou variando os ângulos formados entre eles. Isso impõe a necessidade de assegurar a estabilidade da solução encontrada, cuja técnica será descrita a seguir.

A rotação dos eixos principais altera a contribuição individual dos fatores na “explicação” da variância observada, mas não afeta as comunalidades das variáveis nem a proporção “explicada” da variância total. Neste caso, utilizou-se um método de rotação ortogonal (Varimax), que procura minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator, permitindo, assim, obter fatores mais facilmente interpretáveis.

Para cada observação, o escore fatorial é obtido pela multiplicação do valor (padronizado) da variável i pelo coeficiente do escore fatorial correspondente. A expressão geral, para estimação do j -ésimo fator, F_j , é dada por

$$F_j = \sum_{i=1}^p W_{ji} X_i = W_{j1} X_1 + W_{j2} X_2 + \dots + W_{jp} X_p, \quad (2)$$

em que os W_{ji} são os coeficientes dos escores fatoriais, e p é o número de variáveis.

b) Análise de agrupamentos (Cluster)

A análise de agrupamentos é uma técnica estatística empregada para classificação de observações, ou variáveis, em grupos homogêneos, quando existe mais de uma dimensão a ser considerada. A descrição detalhada pode ser encontrada em Duran e Odell (1974), Everitt (1977), Kleinbaum e Kuper (1978), Manly (1986), Bussab et al. (1990).

Para compreender o procedimento da análise de agrupamentos é preciso introduzir o conceito de distância entre os objetos de classificação. Existem diversos métodos para mensuração dessa distância, dentre os quais o mais utilizado é a distância Euclidiana, ou derivados dela. A forma geral de cálculo da distância Euclidiana entre os pontos A e B, para um espaço de dimensão p , é dada por

$$d(A, B) = \{ \sum [z_i(A) - z_i(B)]^2 / p \}^{1/2}, \quad (3)$$

em que z_i indica o valor da variável Z_i (padronizada), no ponto indicado.

Neste contexto, o conceito de distância é utilizado para refletir maior ou menor semelhança entre as microrregiões do estado, de acordo com os seus escores fatoriais.

Os agrupamentos são formados para apresentarem a maior homogeneidade interna possível, isto é, o menor somatório de distâncias entre seus componentes, e a maior heterogeneidade entre grupos.

Assim como há diversos modos de se calcularem as distâncias entre objetos, há vários métodos disponíveis para combinação dos objetos em grupos, os quais são classificados em métodos hierárquicos e não-hierárquicos. Os hierárquicos podem ser aglomerativos ou divisivos. Em qualquer caso, entretanto, e essa é a diferença com os métodos não-hierárquicos, não é possível realocar uma observação previamente

atribuída a um agrupamento.

Os métodos aglomerativos partem de tantos grupos quantas forem as unidades de observação, e, progressivamente, vão alocando as observações para a formação de grupos, reunindo grupos previamente formados até que se obtenha um único agrupamento contendo todas as observações. O contrário é feito no caso dos métodos divisivos.

Neste caso, utilizou-se o método de Ward, que é um método hierárquico aglomerativo que exige a utilização do quadrado da distância Euclidiana como medida de semelhança entre as observações. A noção subjacente ao critério de alocação, proposto por Ward, admite que a perda de informação, resultante da alocação de uma observação em dado grupo, pode ser mensurada pela soma de quadrados dos desvios entre o valor da característica em dada observação e o valor médio da característica no grupo ao qual ela foi alocada. Assim, em cada etapa do processo, considera-se que a união de todos os possíveis pares de agrupamentos e a fusão de dois grupos seja aquela que resulta no mínimo incremento da soma de quadrados dos desvios (Everitt, 1977).

Para definição do número de grupos considerados, não há critério único estabelecido, sendo esta definição relativa à pertinência em cada caso, conforme percebida pela avaliação crítica do pesquisador.

Variáveis e fonte dos dados

Para construção dos indicadores sintéticos, ou fatores de modernização da agricultura, selecionaram-se trinta e uma variáveis, consideradas ao nível das microrregiões homogêneas (MRHs) do estado de Minas Gerais, a partir dos dados fornecidos pelos Censos Agropecuários, nos anos de 1970, 1975, 1980 e 1985. As variáveis procuram captar o progresso técnico propriamente dito, incluindo indicadores de infra-estrutura e emprego de insumos químicos e mecânicos; as mudanças nas relações de produção, que acompanham o processo de mudança da base técnica; e o nível de capitalização dos estabelecimentos e, ou, da atividade.

As variáveis consideradas aparecem, sempre que possível, ora como razões da área explorada (AE), ora como razões do total do pessoal ocupado (PO). A área explorada foi definida como a soma das áreas

ocupadas com lavouras permanentes e temporárias, pastagens naturais e plantadas, e matas e florestas naturais e plantadas, tal como em Hoffmann (1992). O pessoal ocupado define-se pela soma das pessoas classificadas nas categorias: responsáveis e membros não remunerados da família, trabalhadores permanentes, trabalhadores temporários e parceiros, incluindo as mulheres e menores de quatorze anos.

As variáveis em valores monetários foram deflacionadas pelo IGP-DI, publicados pela Fundação Getúlio Vargas, e estão expressas em mil reais de dezembro de 1996.

Segue a relação de variáveis utilizadas na análise fatorial.

PT 01	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (1000 kw/h) / AE
PT 02	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (1000 kw/h) / PO
PT 03	ESTABELECIMENTOS QUE UTILIZAM FERTILIZANTES QUÍMICOS/TOTAL DE ESTABELECIMENTOS
PT 04	ESTABELECIMENTOS QUE UTILIZAM FERTILIZANTES ORGÂNICOS /TOTAL DE ESTABELECIMENTOS
PT 05	ESTABELECIMENTOS QUE UTILIZAM CALAGEM /TOTAL DE ESTABELECIMENTOS
PT 06	ESTABELECIMENTOS QUE UTILIZAM FORÇA ANIMAL /TOTAL DE ESTABELECIMENTOS
PT 07	ESTABELECIMENTOS QUE UTILIZAM FORÇA MECÂNICA /TOTAL DE ESTABELECIMENTOS
PT 08	NÚMERO DE TRATORES / AE
PT 09	NÚMERO DE TRATORES / PO
PT 10	NÚMERO DE ARADOS DE TRACÇÃO ANIMAL / AE
PT 11	NÚMERO DE ARADOS DE TRACÇÃO MECÂNICA / AE
PT 12	NÚMERO DE ARADOS DE TRACÇÃO ANIMAL / PO
PT 13	NÚMERO DE ARADOS DE TRACÇÃO MECÂNICA / PO
PT 14	NÚMERO VEÍCULOS DE TRACÇÃO ANIMAL / AE
PT 15	NÚMERO VEÍCULOS DE TRACÇÃO MECÂNICA / AE
PT 16	NÚMERO VEÍCULOS DE TRACÇÃO ANIMAL / PO
PT 17	NÚMERO VEÍCULOS DE TRACÇÃO MECÂNICA / PO
PT 18	CONSUMO DE GASOLINA E ÓLEO DIESEL (1000 L) / AE
PT 19	CONSUMO DE GASOLINA E ÓLEO DIESEL (1000 L) / PO
PT 20	CAPACIDADE DOS SILOS PARA FORRAGENS (T)/ÁREA DE PASTAGENS (NATURAIS E PLANTADAS)
RP 01	TOTAL DE TRABALHADORES EMPREGADOS (PO) / AE
RP 02	TRABALHADORES EM REGIME FAMILIAR / PO
RP 03	TRABALHADORES PERMANENTES / PO
RP 04	TRABALHADORES TEMPORÁRIOS / PO
RP 05	ESTABELECIMENTOS QUE CONTRATARAM SERVIÇOS DE EMPREITADA/TOTAL DE ESTABELECIMENTOS
VB 01	VALOR TOTAL DOS BENS (1000 REAIS) / AE
VB 02	VALOR TOTAL DOS BENS (1000 REAIS) / PO
VD 01	VALOR DA DESPESAS TOTAIS (1000 REAIS) / AE
VD 02	VALOR DA DESPESAS TOTAIS (1000 REAIS) / PO
VP 01	VALOR TOTAL DA PRODUÇÃO (1000 REAIS) / AE
VP 02	VALOR TOTAL DA PRODUÇÃO (1000 REAIS) / PO

Para produzir uma medida da velocidade das transformações caracterizadas pelos fatores, no período, torna-se necessário que estes sejam comparáveis entre os diversos anos. Isso somente pode ser conseguido se os fatores forem extraídos a partir de todo conjunto de observações, ou seja, incluindo os quatro anos envolvidos no estudo. Para tal, as matrizes com os valores das 31 variáveis, para as 46 observações, em cada ano ($X_{46 \times 31}^{\text{ano}}$), foram combinadas de modo a gerar a matriz $X_{184 \times 31}$, tal como definida abaixo:

$$X_{184 \times 31} = \begin{bmatrix} X_{46 \times 31}^{1970} \\ X_{46 \times 31}^{1975} \\ X_{46 \times 31}^{1980} \\ X_{46 \times 31}^{1985} \end{bmatrix}_{184 \times 31}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores de modernização da agricultura⁸

A análise fatorial resultou na extração de quatro fatores com raiz característica maior que um (1). Destes, apenas os três primeiros serão utilizados para caracterizar o processo de modernização da agricultura. O quarto fator foi excluído em razão de sua escassa significação descritiva. Os três fatores selecionados respondem, em conjunto, por 76,8% da variância total do dados (Tabela 1).

⁸Maiores detalhes sobre os resultados da análise fatorial são encontrados em Meyer (1997).

Tabela 1- Fatores extraídos pelo método dos componentes principais.

Fator	Raiz característica	Variância “explicada” pelo Fator (%)	Variância acumulada (%)
1	14,68	47,4	47,4
2	5,85	18,9	66,2
3	3,28	10,6	76,8
4	1,16	3,8	80,6

A Tabela 2 apresenta a matriz das cargas fatoriais, após rotação ortogonal pelo método Varimax. A última coluna, à direita, traz o valor das comunalidades calculadas para os três fatores em consideração. A interpretação do significado descritivo é feita pela observação das variáveis que apresentam cargas fatoriais mais elevadas⁹. Assim, os valores em negrito, no quadro abaixo, indicam as variáveis que foram consideradas na interpretação do fator correspondente.

Observa-se que o Fator 1 está relacionado, forte e positivamente, com as variáveis que indicam emprego de tecnologia moderna (PT01, PT08, PT11, PT15 e PT18) e capital (VB01 e VD01), por área explorada. Também está positivamente relacionado com o valor da produção, por área explorada (VP01), e com a capacidade dos silos para forragem por área de pastagens, naturais e plantadas (PT20). Além disso, relaciona-se, no mesmo sentido, com outras variáveis que denotam progresso tecnológico (PT03, PT04 e PT05), mas que estão expressas como porcentagem do número de estabelecimentos que declararam utilização do insumo, e não em quantidade do insumo por área explorada, em virtude da limitação das informações censitárias. Assim, o padrão de relacionamento das variáveis com o Fator 1 sugere sua correspondência com a dimensão “intensidade de exploração do solo”. Valores elevados para os escores relativos ao Fator 1 são interpretados como alta intensidade de exploração do solo.

⁹Na extração dos fatores, pelo método dos componentes principais, seguido de rotação ortogonal, as cargas fatoriais correspondem a coeficientes de correlação entre a variável *i* e o fator *j*.

TABELA 2 - Matriz das cargas fatoriais após rotação

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidades
PT01	0,79772	-0,09066	0,10179	0,65494
PT02	0,66838	0,26621	0,11390	0,53057
PT03	0,72733	0,33079	0,36698	0,77311
PT04	0,67057	0,16091	0,32808	0,58319
PT05	0,67353	0,60151	0,00540	0,81549
PT06	0,05674	0,18313	0,89356	0,83521
PT07	0,53819	0,67008	0,15129	0,76154
PT08	0,84188	0,41937	0,03426	0,88581
PT09	0,32739	0,88620	0,02095	0,89297
PT10	0,46676	-0,31564	0,71383	0,82705
PT11	0,76850	0,50399	0,01486	0,84482
PT12	0,01508	0,14978	0,92605	0,88023
PT13	0,26899	0,89561	0,00301	0,87448
PT14	0,47914	-0,27151	0,69946	0,79254
PT15	0,93649	0,17974	0,07333	0,91470
PT16	-0,03909	0,31510	0,84794	0,81982
PT17	0,37327	0,87572	0,13332	0,92399
PT18	0,79370	0,47534	-0,01246	0,85606
PT19	0,12699	0,92193	0,01104	0,86620
PT20	0,83118	0,09624	0,19179	0,73691
RP01	0,53104	-0,61290	-0,06769	0,66223
RP02	-0,18864	-0,57060	-0,08853	0,36901
RP03	0,30929	0,70482	0,15325	0,61592
RP04	-0,00798	0,38031	-0,17385	0,17492
RP05	-0,38245	0,71682	0,04972	0,66257
VB01	0,83900	0,18222	-0,03539	0,73838
VB02	0,21531	0,80194	-0,02663	0,69018
VD01	0,89285	0,21093	0,13836	0,86082
VD02	0,22039	0,89291	0,15942	0,87127
VP01	0,89441	0,13450	0,07421	0,82357
VP02	0,35303	0,82410	0,11475	0,81694

O Fator 2 está, forte e positivamente, relacionado com as variáveis que expressam o emprego de tecnologia moderna, especialmente uso da mecanização (PT07, PT09, PT13, PT17 e PT19) e capital (VB02 e VD20), por pessoal ocupado. Também é alta e positiva a correlação

com o valor da produção por pessoal ocupado (VP02) e com variáveis que denotam relações capitalistas de produção (RP03 e RP05). Apesar de moderadas, as correlações negativas com variáveis que expressam emprego total por área explorada (RP01) e utilização de trabalho familiar (RP02) reforçam a interpretação do Fator 2 como indicador da intensidade da exploração do trabalho, ou da relação capital-trabalho. Assim, quanto maiores os escores para o Fator 2, maior a relação capital-trabalho na microrregião.

O Fator 3, contrariamente aos anteriores, apresenta relação positiva com variáveis que denotam emprego de tecnologia tradicional, notadamente o uso da tração animal, tanto como razões da área explorada quanto do pessoal ocupado (PT06, PT10, PT12, PT14 e PT16). Embora esta seja apenas uma dimensão complementar às anteriores, a inclusão desse fator permitirá discriminar melhor as unidades de análise, na etapa de formação dos grupos homogêneos. Microrregiões com escores altos para o Fator 3 serão entendidas como áreas em que a agricultura tradicional é importante. Nos casos em que baixos escores para esse fator vierem acompanhados de baixos escores também para os demais fatores, as áreas serão vistas como casos em que a atividade agrícola é de baixa expressividade econômica.

Os grupos homogêneos formados em 1985 e sua caracterização

Os três fatores de modernização foram utilizados para agrupar as MRHs, conforme procedimento descrito anteriormente. Assim, formaram-se agrupamentos para os anos de 1970, 1975, 1980 e 1985. Antes da descrição da dinâmica espacial da difusão tecnológica, torna-se necessário caracterizar os grupos formados em 1985. A Tabela 3 relaciona a composição dos oito grupos considerados em 1985, para um nível de semelhança inferior a 10,3 % da amplitude total de variação das medidas de distância¹⁰.

¹⁰ A consideração de um nível de semelhança mais rigoroso, inferior a 8,0 %, resultaria na formação de 11 agrupamentos. O grupo G 09 isolaria as MRHs Chapadões do Paracatu e Alto Médio São Francisco; o grupo G 10 separaria as MRHs Belo Horizonte e Vertente Ocidental do Caparaó, e o grupo G 11 as MRHs Mata de Ubá e Mata de Cataguases.

Na caracterização dos grupos formados, estimou-se um modelo de regressão linear, em que os fatores de modernização se alternaram como variáveis dependentes. Fixando o agrupamento formado em 1985, utilizaram-se, como variáveis independentes, dummies que expressam a interação dos agrupamentos e cada ano de estudo. Assim, o modelo estimado apresenta a seguinte forma:

$$F_{ij} = b_{tg}D_tD_g + e_j, \quad (4)$$

em que

F_{ij} é o escore fatorial obtido pela MRH j ($j = 1, 2, \dots, 184$) para o fator i ($i = 1, 2$ e 3);

D_t são as dummies para os anos do estudo ($t = 70, 75, 80$ e 85);

D_g são as dummies para os grupos homogêneos formados em 1985 ($g = 1, 2, \dots, 8$);

b_{tg} são os coeficientes de correlação parciais para a interação entre as dummies D_t e D_g ;

e_j é o termo de erro aleatório.

TABELA 3 - Grupos homogêneos formados em 1985¹¹

GRUPO	MRHs
G 01	Pontal do Triângulo Mineiro (TR), Uberlândia (UB), Uberaba (UBR), Alto Paranaíba (AP) e Planalto de Araxá (AX)
G 02	Mata da Corda (MCO), Alto São Francisco (ASF); Três Marias (TM), Rio das Velhas (RV), Chapadões do Paracatu (CH) e Alto Médio São Francisco (AMS)
G 03	Mogiana Mineira (MM), Furnas (FU), Planalto de Poços de Caldas (PC) e Planalto Mineiro (PM), Belo Horizonte (BH) e Vertente Ocidental do Caparaó (VC)
G 04	Formiga (FO), Divinópolis (DI), Espinhaço Meridional (EM), Campos de Mantiqueira (CM), Mata de Ponte Nova (PN), Mata de Muriaé (MU) e Mata de Viçosa (VI)
G 05	Alta Mantiqueira (AM), Alto Rio Grande (RG), Siderúrgica (SI), Mata de Caratinga (CA) e Mantena (MA)
G 06	Juiz de Fora (JF), Mata de Ubá (UBA), Mata de Cataguases (CT), Calcário de Sete Lagoas (SL) e Serra Geral (SG)
G 07	Bacia do Suaçuí (BS), Governador Valadares (GV), Bacia do Manhuaçu (BM), Montes Claros (MC), Sanfranciscana da Januária (SJ), Mineiradora Jequitinhonha (MJ) e Alto Rio Pardo (RP)
G 08	Mineiradora Diamantina (MD), Pastoral de Pedra Azul (PA), Pastoral de Almenara (AL), Pastoral de Nanuque (NA) e Teófilo Otoni (TO)

Fonte: Dados da pesquisa

¹¹Em razão da utilização de modelos de regressão na caracterização dos grupos optou-se pela reunião das MRHs Belo Horizonte e Vertente Ocidental do Caparaó ao grupo de MRHs do Sul de Minas que formaram o agrupamento 3, implicando numa descontinuidade no esquema de aglomeração. O custo desse procedimento foi uma subestimação dos coeficientes parciais das regressões para o Grupo 3, especialmente em relação ao fator 2.

A fim de facilitar a caracterização dos grupos, plotaram-se os valores dos coeficientes estimados a partir da expressão (4) para o ano de 1985, em um histograma. A Figura 1 apresenta os valores desses coeficientes no eixo vertical. No eixo horizontal, apresentam-se, lado a lado, os três fatores de modernização para os oito grupos formados.

A partir da análise da Figura 1, observa-se que a agricultura praticada nas áreas delimitadas pelo Grupo 1 definiu-se, em 1985, por elevada relação capital/trabalho (fator 2). O mesmo acontece no Grupo 2, embora em menor intensidade. Neste grupo, a exploração extensiva do solo (baixo coeficiente para o fator 1) e o elevado emprego da tração animal (fator 3) indicam que, em 1985, esta ainda era uma área de expansão da agricultura tecnificada.

No Grupo 3, contrariamente, encontrava-se uma agricultura cuja dimensão de modernidade expressava-se pela elevada aplicação de tecnologia e alto valor da produção por área explorada (fator 1). Note-se que os coeficientes, para o fator 2, estão subestimados pela inclusão das MRHs Belo Horizonte (BH) e Vertente Ocidental do Caparaó (VC) (veja nota 9).

Na grande área compreendida pelos Grupos 4, 5 e 6 encontrava-se, em 1985, uma agricultura dependente dos fatores tradicionais de produção, conforme expresso pela combinação dos baixos coeficientes para o fator 2, com elevados coeficientes para o fator 3, especialmente nos Grupos 4 e 6.

Nos Grupos 7 e 8, que envolveram, em 1985, a maior parte das regiões Rio Doce, Jequitinhonha e próximo à metade da região Noroeste, praticava-se uma agricultura de subsistência combinada com pecuária extensiva, conforme indicado pelos baixos coeficientes para os três fatores de modernização. Os mais altos indicadores para o fator 3, que diferenciam o Grupo 7 do 8, devem-se ao aproveitamento dos vales de rios para o cultivo de produtos de subsistência, com base no emprego da força humana e animal.

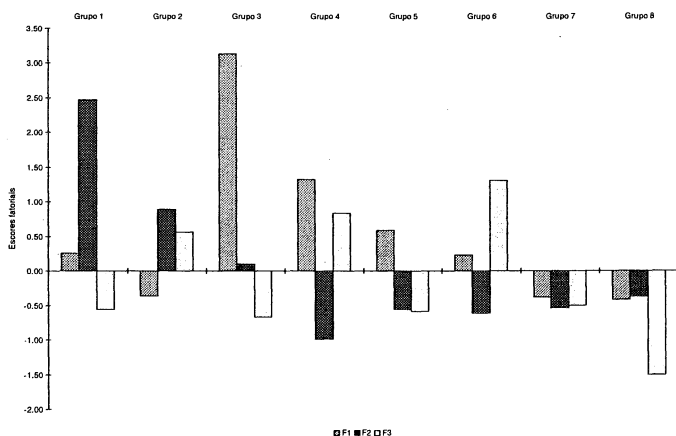


Figura 1 - Caracterização dos grupos homogêneos formados em 1985.

Em resumo, os oito grupos considerados na Tabela 3 poderiam ser reunidos em quatro grandes agrupamentos com menor grau de homogeneidade interna, porém, representativos das diferentes formas de atividade agrícola encontradas em Minas Gerais, até o ano de 1985 (Figura 2).

Os Grupos 1 e 2 definem a área de expansão da agricultura tecnificada, que substituiu o trabalho humano e animal, antes de promover a intensificação do uso do solo. No Grupo 3 encontra-se a agricultura moderna consolidada, onde a aplicação de tecnologia promoveu altos rendimentos por área explorada.

No grande agrupamento formado pela reunião dos Grupos 4, 5 e 6, tem-se a expressão da falta de flexibilidade da tecnologia incorporada aos sistemas de produção agrícola. Nessas áreas, principalmente em razão da topografia acidentada que restringe as possibilidades de mecanização, a agricultura não logrou vencer a dependência dos fatores tradicionais. Para esse grupo, a intensificação do uso do solo foi variável, apresentando altos coeficientes para o Grupo 4 e menores no Grupo 6. Entretanto, embora se reconheça a influência dos programas especiais para aproveitamento das várzeas úmidas, em grande medida essa

característica associa-se também ao reduzido tamanho dos estabelecimentos e à própria necessidade, imposta pela topografia, de explorar o solo intensivamente

Finalmente, nas áreas compreendidas pelos Grupos 7 e 8, definem-se as “regiões-problema” do estado de Minas Gerais, marcadas por deficiências hídricas de infra-estrutura e por forte concentração fundiária.

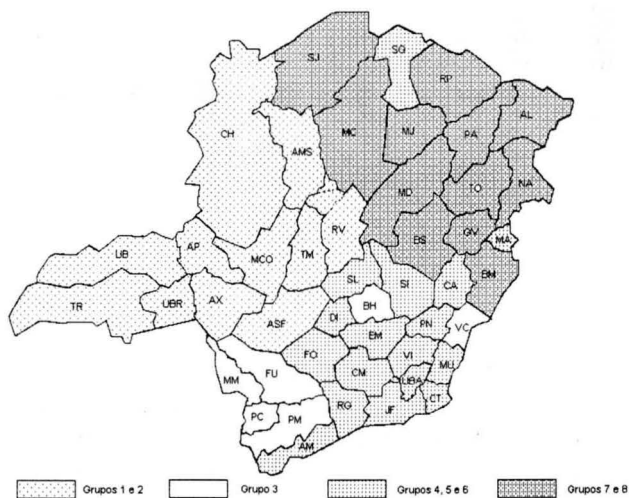


Figura 2- Grupos de microrregiões homogêneas, segundo os fatores de modernização

A difusão espacial da modernização da agricultura mineira

Para acompanhar a dinâmica do processo de difusão espacial da modernização da agricultura mineira recorreu-se à Figura 3, que ilustra os agrupamentos formados em cada um dos anos do estudo, separadamente.

Na parte (a), vê-se que as MRHs que formam o Grupo 1, em 1985 (d), dividiam-se em três agrupamentos distintos. Pode-se considerar que o núcleo aglutinador do Grupo 1 é representado pelas MRHs Uberlândia (UB) e Uberaba (UBR), que, em 1970, ainda apresentavam atividade agrícola com características mais próximas das encontradas nas MRHs Chapadões do Paracatu (CH), no Noroeste, e Alto Rio Grande (RG), no Sul de Minas. O progresso técnico mais acelerado naquelas duas MRHs isolou-as num agrupamento em 1975 (b). Em 1980 (c), o processo de difusão atingiu as MRHs vizinhas, Pontal do Triângulo Mineiro (TR) e Planalto de Araxá (AX), mas ainda não havia chegado à MRH Alto Paranaíba (AP), que se reuniria ao Grupo 1 apenas em 1985 (d), completando a sua composição final que coincidiu com a região da planejamento Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (A Figura 4 apresenta as oito macrorregiões de planejamento do estado).

O Grupo 2, caracterizado como área de expansão da agricultura tecnificada, conforme visto anteriormente, envolvia em 1970, além da MRHs pertencentes à região V (Alto São Francisco), as MRHs Planalto de Araxá (AX) e Alto Paranaíba (AP), da região IV (Triângulo/Alto Paranaíba); Calcário de Sete Lagoas (SL), da região I (Metalúrgica/Campo das Vertentes); e Juiz de Fora (JF), na Zona da Mata (a). As duas primeiras, como visto acima, reuniram-se ao Grupo 1, em virtude das suas maiores velocidades de incremento da relação capital/trabalho (fator 2). As duas últimas, pelo motivo contrário, deixaram o grupo em 1980 (c), quando a intensificação em capital da agricultura dessa região estendeu-se até as MRHs Chapadões do Paracatu (CH) e Alto Médio São Francisco (AMS); partes (c) e (d).

Quanto à agricultura moderna, conforme definida na seção anterior, esta permaneceu restrita aos limites definidos pelas MRHs Planalto de Poços de Caldas (PC), Planalto Mineiro (PM), Furnas (FU) e Mogiana Mineira (MM), no Sul de Minas. Em 1970 (a) e 1975 (b), a MRH Belo Horizonte compunha esse agrupamento, sem descontinuidade do esquema de agregação (nota 9), entretanto, a maior intensidade de exploração do solo encontrada nos arredores da capital mineira, que levou a essa configuração, deve-se a fatores diversos daqueles que caracterizam a agricultura praticada no Sul de Minas. Nessa região concentram-se atividades de maior valor comercial, como café, laranja, cana-de-açúcar e milho, enquanto nas proximidades da capital a

intensidade de exploração do solo deve-se mais ao cultivo dos hortifrutigrangeiros, em pequenos estabelecimentos agropecuários, para abastecimento dos grandes centros urbanos.

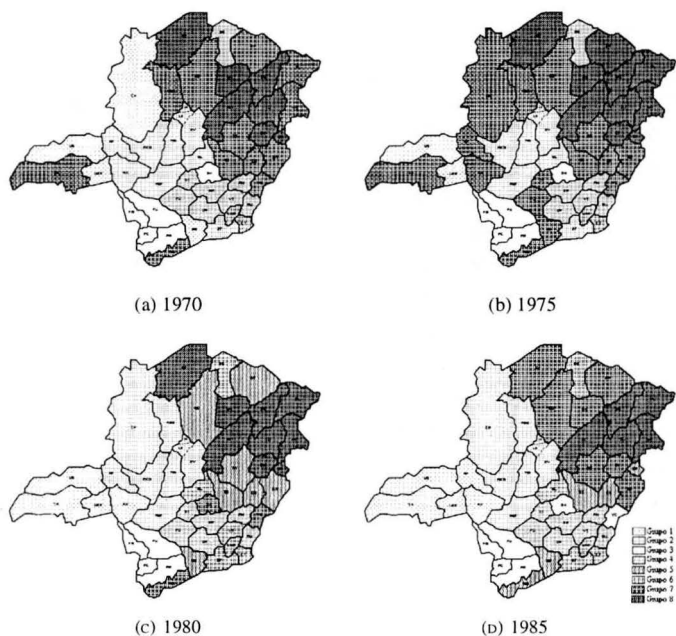


Figura 3 - Agrupamentos formados em 1970, 1975, 1980 e 1985.

Em 1980, a MRH Belo Horizonte (BH) e Vertente Ocidental do Caparaó (VC), da Zona da Mata, formaram um agrupamento diferenciado (c), em virtude do menor emprego e das menores receitas de capital por pessoal ocupado (fator 2), e, em 1985, embora permanecendo como um grupo isolado, essas duas MRHs foram reunidas ao Grupo 3 apenas para facilitar as análises estatísticas, conforme já foi salientado.

Considerando-se toda a área compreendida pelos Grupos 4, 5 e 6,

como uma grande porção do estado de Minas Gerais, que, por motivos de ordem edafoclimática ou topográfica, não se ajustaram ao modelo tecnológico adotado, sua composição geral se alterou pouco no período. Nesses termos, apenas as MRHs Montes Claros (MC), no Noroeste; Alto Rio Pardo (RP), da região Jequitinhonha; e Bacia do Suaçuí (BS) e Bacia do Manhuaçu (BM), na região Rio Doce, deixaram o Grupo 4, ao qual pertenceram até 1980 (c), para juntarem-se ao grupo 7, de onde proveio a MRH Mantena (MA), que, em razão da maior intensificação do uso do solo em relação à sua vizinhas do Rio Doce, reuniu-se ao Grupo 5, em 1985 (d).

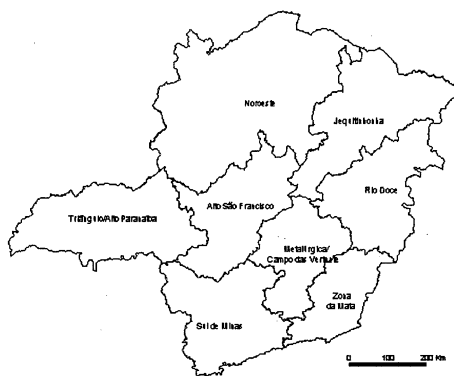


Figura 4 - Macrorregiões de planejamento do estado de Minas Gerais (IGA/CETEC, 1994).

Finalmente, vê-se que a composição dos Grupos 7 e 8 é explicada pela crescente desigualdade tecnológica devida à penetração parcial e seletiva da modernização da agricultura, entre as regiões do estado de Minas Gerais. Em 1970, apenas as MRHs Sanfranciscana da Januária (SJ), no Noroeste; Mineiradora Jequitinhonha (MJ), Mineiradora Diamantina (MD) e Pastoril de Pedra Azul (PA), na região Jequitinhonha; e as MRHs Teófilo Otoni (TO), Governador Valadares (GV) e Mantena (MA), na região Rio Doce, apresentavam indicadores técnicos inferiores aos encontrados no restante do estado, compondo o Grupo 7 (a). Destas, apenas a MRH Mantena intensificou a

exploração do solo em nível suficiente para passar para o Grupo 5, em 1985, conforme visto acima. Além do atraso relativo observado nas quatro MRHs que fizeram o movimento contrário, também já discutido, as MRHs Mineiradora Diamantina (MD), Pastoril de Pedra Azul (PA), Pastoril de Almenara (AL), Teófilo Otoni (TO) e Pastoril de Nanuque (NA), ficaram ainda mais distanciadas tecnologicamente, constituindo o Grupo 8, em 1985 (d).

Um dos resultados desse movimento seletivo de difusão do progresso técnico na agricultura mineira, observado entre 1970 e 1985, foi o crescimento das desigualdades regionais, conforme pode ser visualizado nas Figuras 5 e 6. Esses gráficos trazem, no eixo das abcissas, o valor dos escores fatoriais de cada MRH para o fator i, no ano de 1970, e, no eixo das ordenadas, a taxa de incremento linear do fator i, entre 1970 e 1985. Em situação de convergência tecnológica, às coordenadas dos pontos nos eixos cartesianos ajustar-se-ia uma linha com inclinação negativa, indicando que as MRHs que possuíam os maiores escores para o fator i, em 1970, obtiveram as menores taxas de incremento no período, enquanto as maiores taxas de crescimento seriam obtidas pela MRHs com menores escores para o fator em 1970.

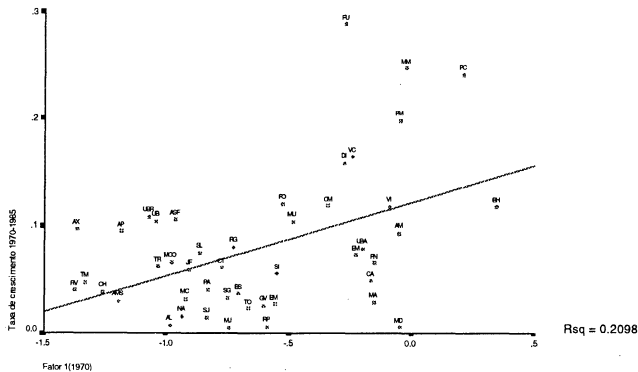


Figura 5 - Ilustração da divergência tecnológica entre as microrregiões homogêneas em relação à intensidade de exploração do solo (Fator 1): 1970 a 1985

Como pode ser observado na Figura 5, a inclinação positiva da linha de regressão ajustada reflete o crescimento das desigualdades tecnológicas entre as microrregiões do estado de Minas Gerais, entre 1970 e 1985. Observa-se que as MRHs do Grupo 03 (MM, FU, PC, PM, BH e VC), que possuíam as maiores intensidades de exploração do solo em 1970, foram as que apresentaram as maiores taxas de incremento no período. Contrariamente, vê-se a estagnação das MRHs que compõem os Grupos 07 (BS, GV, BM, MC, SJ, MJ e RP) e 08 (MD, PA, AL, NA e TO).

O mesmo ocorreu em relação à evolução da relação capital/trabalho (fator 2). Nesse caso, percebe-se que esse processo foi causado pela expansão da agricultura tecnificada para as regiões do cerrado. Note-se como as MRHs que formam os Grupos 01 (TR, UB, UBR, AP e AX) e 02 (MCO, ASE, TM, RV, CH e AMS) posicionam-se na direção do canto superior direito da Figura 6.

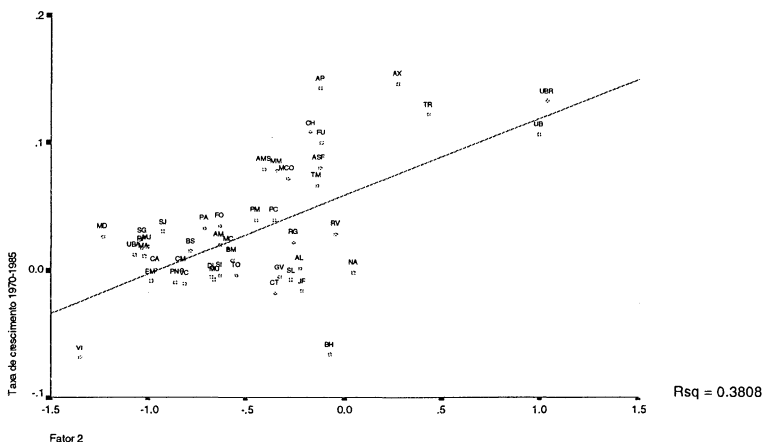


Figura 6 - Ilustração da divergência tecnológica entre as microrregiões homogêneas em relação ao capital-trabalho (Fator 2): 1970 a 1985.

CONCLUSÕES

Até certo ponto, as forças determinantes do caminho seguido pelo desenvolvimento da agricultura em Minas Gerais respeitaram os pressupostos teóricos assumidos pelo modelo de impacto urbano-industrial. Assim, a influência dos grandes centros urbanos paulistas, próximos às áreas do Triângulo Mineiro e Sul de Minas, ajuda a explicar o desenvolvimento agrícola mais rápido nessas áreas, bem como a abertura da rodovia Belo Horizonte-Brasília favoreceu o desenvolvimento agrícola das MRHs Rio das Velhas, Três Marias, Chapadões do Paracatu e Alto Médio São Francisco, no noroeste do estado.

Por outro lado, defende-se que foram principalmente variáveis de ordem política que determinaram a adoção de um “pacote” tecnológico relativamente inflexível, e que essa falta de flexibilidade foi grandemente responsável pelo crescimento das disparidades regionais. Além disso, as diferentes velocidades do progresso técnico entre as regiões do estado estão fortemente associadas à política de distribuição dos recursos do crédito rural.¹²

Nesse sentido, aceita-se que o modelo teórico, proposto por De Janvry (1977), seja o mais adequado para explicar o processo e os resultados da difusão tecnológica na agricultura mineira. Isso porque a ação dos grupos de interesse, no contexto da política de industrialização forçada e sob o regime militar, direcionou a pesquisa agropecuária nacional mais no sentido de viabilizar aplicação de “pacote” tecnológico importado, do que de gerar tecnologia adaptada à diversidade sócio-econômica e ambiental do país.

Como resultado, viu-se que a difusão técnica ocorreu, principalmente, em direção ao cerrado mineiro. Porém, a maior parte do estado ficou à margem do processo de mudança da base técnica de produção agrícola, o que gerou o crescimento das diferenças regionais.

¹²Essa relação está formalizada em Meyer (1997). Neste trabalho, aprofunda-se também a associação entre o direcionamento do progresso técnico, segundo os fatores de modernização, e as diferentes estruturas agrárias nas regiões do estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, S. A rejoinder to professor Kennedy. *Economic Journal*, London, v. 77, p. 960-963, 1967.
- Ahmad, S. On the theory of induced innovation. *Economic Journal*, London, v. 76, p. 344-357, 1966.
- Binswanger, H.P. A microeconomic approach to induced innovation. *Economic Journal*, London, v. 84, n. 336, p. 940-958, 1974.
- Bussab, W. O., Miazaki, E. S., Andrade, D. F. Introdução à análise de agrupamentos. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105 p. [mimeograf.].
- De Janvry, A. Inducement of technological and institutional innovations: an interpretative framework. In: ARNDT, T.M., DALRYMPLE, P.G., RUTTAN, V.W. (Ed.). *Resource allocation and productivity in national and international agricultural research*. Minnesota: University of Minnesota, 1977. p. 551-563.
- Duran, B. S., Odell, P. L. *Cluster analysis - a survey*. New York: Springer - Verlag, 1974. 137 p.
- Everitt, B. *Cluster analysis*. London: Heinemann Educational Books Ltd., 1977. 122p.
- Fellner, W. Comment on the induced bias. *Economic Journal*, London, v. 77, p. 662-664, 1967.
- Fellner, W. Does the market direct the relative factor-saving effects of technological progress? In: Nelson, R.R. (Ed.). *The rate and direction of investive activity*. Princeton: Princeton University, 1962. p. 171-193.
- Fellner, W. Two propositions in the theory of induced innovations. *Economic Journal*, London, v. 71, p. 305-308, 1961.

- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP. Produto interno bruto de Minas Gerais: municípios e regiões. Belo Horizonte, 1996. 95 p.
- Griliches, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technical change. *Econometrica*, Oxford, v. 25, p. 501-522, 1957.
- Hayami, Y., Ruttan, V.W. Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais. Brasília: EMBRAPA, 1988. 583 p.
- Hoffmann, R. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 30, n. 4, p. 271-290, 1992.
- Katzman, M.T. Regional development policy in Brazil: the role of growth poles and development highways in Goiás. *Economic Development and Cultural Change*, Chicago, v. 24, p. 75-107, 1975.
- Kennedy, C. Induced bias in innovation and the theory of distribution. *Economic Journal*, London, v. 74, p. 958-960, 1964.
- Kennedy, C. On the theory of induced invention - a reply. *Economic Journal*, London, v. 77, p. 960-963, 1967.
- Kennedy, C. Samuelson on the induced innovation. *The Review of Economics and Statistics*, Harvard, v. 48, p. 442-444, 1966.
- Kim, J.O., Mueller, C.W. Introduction to factor analysis: what it is and how to do it. Beverly Hills: SAGE, 1978. 79 p. (Series Quantitative Applications in the Social Sciences, 7-13).
- Kleinbaum, D.G., Kuper, L.V. Applied regression analysis and other multivariable methods. North Scituate, Massachusetts, 1978, p. 376-446.
- Lamounier, B., Almeida, M.H.T. Determinantes políticos da política agrícola: um estudo de atores, demandas e mecanismos de decisão. Brasília: IPEA, 1994. 25 p. (Estudos de Política Agrícola, 9).

- Manly, B.E.J. *Multivariate statistical methods - a primer*. New York: Chapman and Hall, 1986. 159 p.
- Meyer, Leandro F. F. *Modernização da agricultura e desenvolvimento sustentado: o caso de Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1997.
- Muller, G. *Complexo agroindustrial e modernização agrária*. São Paulo: Hucitec/EDUC, 1989. 149 p.
- Nicholls, W.H. *The transformation of agriculture in a semi-industrialized country: the case of Brazil*. In: THORBECKE E. (ed.) *The role of agriculture in economic development*. New York: Columbia University Press, 1969. p. 311-378.
- Samuelson, P.A. *A theory of induced innovation along Kennedy-Weisäcker lines*. *The Review of Economics and Statistics*, Harvard, v. 47, p. 343-356, 1966a.
- Samuelson, P.A. *Rejoinder: agreements, disagreements, doubts and the case of induced Harrod-neutral technical change*. *The Review of Economics and Statistics*, Harvard, v. 48, p. 444-448, 1966b.
- Schilderink, J.H.F. *Regression and factor analysis applied in econometrics*. *Gilburg studies in econometrics*, 2 ed. Leiden: Martinus Nijhoff Social Sciences Division, 1978, p. 59-113.
- Schmookler, J. *Changes in industry and in the state of knowledge as the determinants of industrial invention*. In: NELSON, R.R. (Ed.). *The rate and direction of inventive activity*. Princeton: Princeton University, 1962. p. 195-232.
- Schmookler, J. *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard University, 1966. 226p.
- Schultz, T.W. *The economic organization of agriculture*. New York: McGraw-Hill, 1953. 374p.
- Schultz, T.W. *A transformação da agricultura tradicional*. Rio de Janeiro: Zahar, 1965. 207p.

